Linzer biol. Beitr.	29/2	883-898	30.12.1997

Ernährung und Nahrungswahl von *Chorthippus pullus* (PHILIPPI 1830) (Orthoptera, Acrididae)

M. SCHWARZ-WAUBKE

A b s t r a c t : Studies in the field and in the laboratory on food selection and feeding strategies of *Chorthippus pullus*, which is one of the most endangered Central European grasshopper species, showed the following results: *Chorthippus pullus* feeds in the field mostly on Poaceae (*Calamagrostis varia*, *Sesleria varia*, *Melica nutans*) and Cyperaceae (*Carex ornithopoda*, *Carex alba*) rarely on other herbaceous plants (*Campanula rotundifolia*, *Lotus corniculatus*), and on moss (*Tortella tortuosa*). In experiments with food selection the specimens feed often on grass species which do not occur in their natural biotope including "English lawn", and less common on herbaceous plants from various plant families. Therefore a biotope demand by food is excluded for *Chorthippus pullus*. The first instar larvae feed mostly the soft-hearted parts of plants, whereas the last instar larvae consume also hard parts of plants. Further strategies of feeding by *Chorthippus pullus* in the field are mentioned.

Einleitung

In Mitteleuropa liegen vergleichsweise wenige Studien über die Nahrungsgewohnheiten von Feldheuschrecken vor (KAUFMANN 1965, SÄNGER 1973, SCHÄLLER 1980, BROWN 1990).

Im Allgemeinen wird der Nahrung als biotopbindender Faktor für Heuschrecken nur geringe Bedeutung beigemessen (GANGWERE 1961, KAUFMANN 1965). So wurden meist zwar Präferenzen für gewisse Pflanzen, aber keine festen Abhängigkeiten nachgewiesen. Jedoch ist BROWN (1990) der Meinung, daß die Verbreitung und Häufigkeit von Heuschrecken in gewissem Maße von der Verfügbarkeit ihrer bevorzugten Nahrung bestimmt wird.

Da Untersuchungen zur Enährung bzw. zu Nahrungspräferenzen des stark gefährdeten *Chorthippus pullus* bisher fehlen, wurden 1993 und 1994 diesbezügliche Studien sowohl im Freiland an der Taugl bei Hallein (siehe SCHWARZ-WAUBKE 1997) als auch im Labor durchgeführt. Ein Ziel dieser Untersuchung war, herauszufinden, ob die Nahrung ein biotopbindender Faktor für *Chorthippus pullus* ist. Wenn das der Fall ist, dann können daraus geeignete Schutzmaßnahmen für die Art abgeleitet werden.

Methodik

Im Freiland (Angaben zum Untersuchungsgebiet finden sich bei SCHWARZ-WAUBKE 1997) wurde für jede Nahrungsaufnahme, sofern sie die zuerst beobachtete Verhaltensweise eines Tieres war, die Pflanzenart, welche von *Chorthippus pullus* gefressen wurde, die Fraßdauer, das Fraßbild sowie Fraßstandort, gefressener Pflanzenteil, Aufenthaltshöhe und Deckungsgrad der Vegetation (ohne Moos) (siehe SCHWARZ-WAUBKE 1997) am Fraßort aufgenommen, um einen Einblick in die Freßgewohnheiten dieser Heuschreckenart zu gewinnen.

Die Häufigkeiten der Pflanzenarten im Untersuchungsgebiet wurde durch Punktstichproben erhoben (siehe SCHWARZ-WAUBKE 1997).

Im Labor wurde die Nahrungspräferenz der Tiere durch folgende Versuche getestet: Für jede Versuchsreihe wurden sieben Individuen (drei Männchen, vier Weibchen) herangezogen, die zuvor sieben Stunden in einer Klimakammer (25°C, 60-70% rH) ohne Futter gehalten worden waren. Diesen Individuen wurden gleichzeitig und jeweils zu gleichen Mengen acht verschiedene Grasarten 2,5 Stunden lang dargeboten. Die verwendeten Gräser wurden teils im Untersuchungsgebiet und teils an anderen Standorten gesammelt und anschließend für ca. sieben Stunden in Wasser gestellt, um eine optimale Wassersättigung zu erreichen. Kurz vor Versuchsbeginn wurden die Pflanzen gut abgetrocknet und gewogen, anschließend wieder in Wasser gestellt. Um die gefressene Pflanzenmenge zu ermitteln, wurden die Pflanzen sofort nach Beendigung des Versuches nochmals abgetrocknet und gewogen.

Die erste Versuchsreihe enthielt Gräser aus dem Untersuchungsgebiet, nämlich *Molinia caerulea, Melica nutans, Sesleria varia, Calamagrostis varia* (Poaceae), *Carex alba* und *Carex ornithopoda* (Cyperaceae) sowie zwei Arten, *Holcus lanatus* und *Agrostis stolonifera* (Poaceae), welche nicht im Gebiet wuchsen. Die zweite Versuchsreihe enthielt ausschließlich Gräser, die im Lebensraum der Tiere nicht vorkamen: *Dactylis glomerata, Poa annua, Lolium perenne, Phleum pratense, Deschampsia cespitosa, Agrostis stolonifera, Echinochloa crus-galli* (Poaceae) und *Carex hirta* (Cyperaceae). Jede Versuchsreihe wurde insgesamt 10mal durchgeführt, um die Ergebnisse statistisch absichern zu können.

Zusätzlich wurden Imagines weitere Pflanzenarten, nämlich *Phragmites australis, Glyceria* sp., *Trisetum flavescens, Phalaris arundinacea, Agropyron repens* (Poaceae), *Ranunculus acer* (Ranunculaceae), *Plantago lanceolatum* (Plantaginaceae), *Potentilla anserina* , *Filipendula ulmaria* (Rosaceae), *Centaurea jacea, Taraxacum officinale* (Asteraceae) und *Silene dioica* (Caryophyllaceae) als alleinige Nahrung angeboten, um zu beobachten, ob diese Pflanzenarten von *Chorthippus pullus* gefressen werden oder nicht. Mehreren Tieren des 2., 3. und 4. Larvenstadiums wurden in einer ersten Versuchsanordnung gleichzeitig sechs Grasarten aus dem Untersuchungsgebiet angeboten, nämlich *Melica nutans, Molinia caerulea,*

Calamagrostis varia, Sesleria varia (Poaceae), *Carex alba* und *Carex ornithopoda* (Cyperaceae) und im zweiten Versuch acht Grasarten gereicht, die nicht aus ihrem Lebensraum stammten: *Dactylis glomerata, Holcus lanatus, Poa annua, Deschampsia cespitosa, Phragmites australis, Agrostis stolonifera, Lolium perenne* (Poaceae) und *Carex hirta* (Cyperaceae). Auf diese Weise konnte auch bei Larven untersucht werden, ob sie durch die Nahrung an ihr Habitat gebunden sind.

Mit Hilfe des Statistik-Pakets SPSS wurden Mittelwertsvergleiche (t-Test) durchgeführt. Die Normalverteilung wurde mit der Univariate (Lilifors-Test) im SPSS überprüft.

Ergebnisse und Diskussion

Freilandbeobachtungen zur Nahrungswahl

Imagines und sämtliche Larvenstadien von *Chorthippus pullus* bevorzugten im Untersuchungsgebiet das Süßgras *Calamagrostis varia* (Abb. 1 und 2). Während die Larven fast ausschließlich Gräser und selten auch Moos fraßen, nahmen die Imagines zusätzlich, jedoch selten, andere Pflanzen, wie *Campanula rotundifolia* (Campanulaceae) und *Lotus corniculatus* (Fabaceae) auf. Alle Gräser, die von den Tieren aufgenommen wurden, gehören zu den Familien der Süß- (Poaceae) und Sauergräser (Cyperaceae). Im Freiland konnten Fraßbeobachtungen bei Imagines an sieben verschiedenen Pflanzenarten gemacht werden (Abb. 2), während die Larven bei der Konsumation fünf verschiedener Arten beobachtet wurden (Abb. 1). Tiere im 1. Larvenstadium fraßen ausschließlich *Calamagrostis varia*. Im 2. Larvenstadium nahmen sie auch *Sesleria varia* und *Carex ornithopoda* an und im 3. Larvenstadium *Calamagrostis varia*, *Sesleria varia* und *Melica nutans*, während Tiere des 4. Larvenstadiums neben *Calamagrostis varia* noch weitere vier Pflanzenarten (*Sesleria varia, Carex alba, Carex ornithopoda* und das Moos *Tortella tortuosa*) als Nahrung annahmen. Mit zunehmendem Alter der Tiere wird demnach in geringem Ausmaß die Palette an Nahrungspflanzen erweitert. Interessant ist die Beobachtung, daß sowohl Tiere des 4. Larvenstadiums als auch Imagines an Vogelkot und letztere auch an einer Schlangenhaut knabberten. Solche Nahrung dürfte zur Aufrechterhaltung des Mineralstoff- und Vitaminhaushaltes dienen.

Da sich das Nahrungsspektrum einzelner Larvenstadien nicht wesentlich voneinander unterschied (siehe oben) und die Vegetationszusammensetzung sich von Mai bis Juni kaum veränderte, wodurch allen Larvenstadien bereits im Mai der Großteil der im Gebiet vorhandenen Pflanzenarten zur Verfügung stand, wurden die Daten von den Fraßbeobachtungen aller Larven und die Daten über die relative Häufigkeit der Pflanzenarten für Mai und Juni zusammengefaßt (Abb. 3).

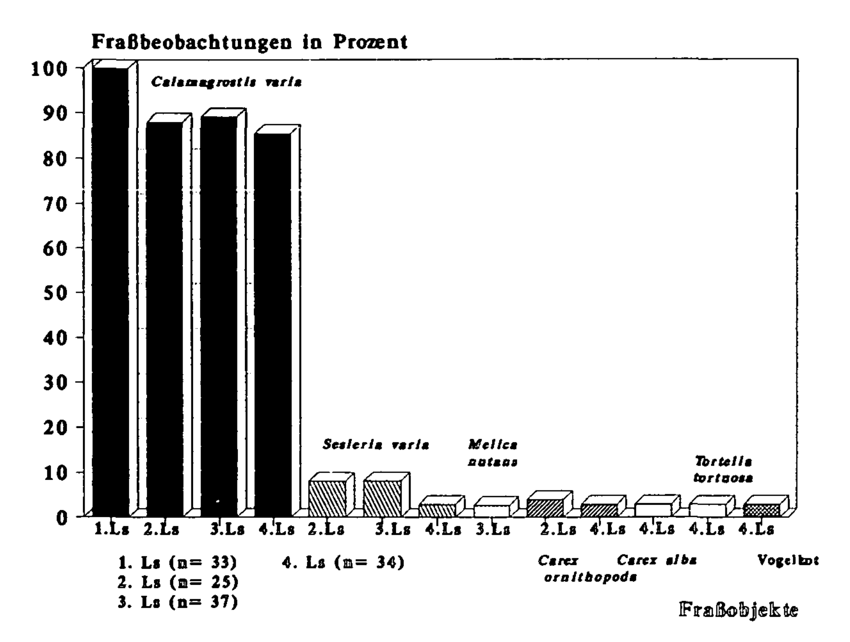


Abb. 1: Relative Häufigkeit der Fraßbeobachtungen von *Chorthippus pullus*-Larven an verschiedenen Pflanzenarten und Substraten im Freiland.
Fig. 1: Relative frequency of feeding observations in the field on different plant species and substrata ascertained for *Chorthippus pullus* larvae.

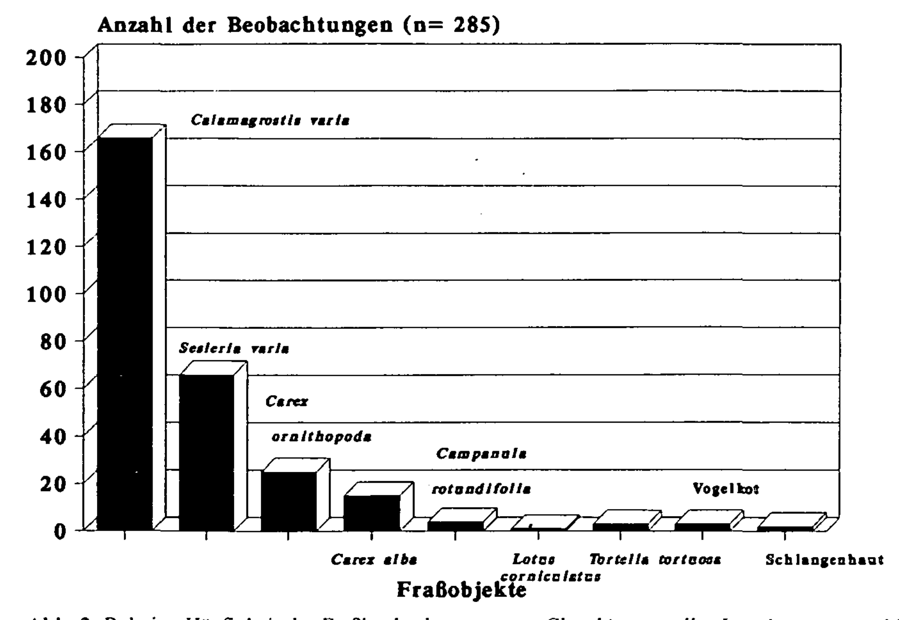


Abb. 2: Relative Häufigkeit der Fraßbeobachtungen von *Chorthippus pullus*-Imagines an verschiedenen Pflanzenarten und Substraten im Freiland.
Fig. 2: Relative frequency of feeding observations in the field on different plant species and substrata ascertained for *Chorthippus pullus* imagines.

Betrachtet man die Häufigkeit der einzelnen Pflanzenarten im Untersuchungsgebiet für den Zeitraum, in welchem Larven und Adulte von *Chorthippus pullus* auftraten, sowie den prozentuellen Anteil konsumierter Pflanzenarten (Abb. 3 und 4), dann ist zu erkennen, daß Larven und Imagines solche Gräser fraßen, die häufig im Habitat wuchsen: Sowohl bei den Larven als auch bei den Imagines war der prozentuelle Anteil der Fraßbeobachtungen an *Calamagrostis varia* (bei den Imagines auch für *Sesleria varia*) größer als die prozentuelle Häufigkeit dieser Pflanze im Habitat, sodaß eine eindeutige Präferenz für dieses Gras gegeben war.

Laborbeobachtungen zur Nahrungswahl

Bei der ersten Reihe von Fraßexperimenten mit Adulten von *Chorthippus pullus*, bei der acht Grasarten, *Carex alba*, *Carex ornithopoda* (Cyperaceae), *Molinia caerulea*, *Melica nutans*, *Sesleria varia*, *Calamagrostis varia*, *Holcus lanatus* und *Agrostis stolonifera* (Poaceae) verwendet wurden (Abb. 5), konnte eine signifikante Bevorzugung ($p < 0,05$) von *Holcus lanatus* gegenüber *Carex alba, Carex ornithopoda, Molinia caerulea* und *Melica nutans* festgestellt werden. *Sesleria varia*, eine im Habitat vorkommende Grasart, wurde signifikant ($p < 0,05$) häufiger gefressen als *Carex ornithopoda, Molinia caerulea* und *Melica nutans,* und *Carex alba* wurde signifikant ($p < 0,05$) häufiger konsumiert als *Melica nutans*. Eine signifikante Bevorzugung ($p < 0,05$) bestand ebenfalls für *Agrostis stolonifera* gegenüber *Molinia caerulea* und *Melica nutans*. Diese Versuchsreihe zeigt, daß auch Gräser, welche nicht im Habitat vorkommen (*Holcus lanatus* und *Agrostis stolonifera*), signifikant häufiger gefressen wurden als einige Arten, aus dem Untersuchungsgebiet (Abb. 5).

Die Ergebnisse der zweiten Versuchsreihe (siehe Abb. 6) unterstreichen diejenigen der ersten Versuchsreihe insofern, als auch hier Grasarten angenommen wurden, die nicht im Lebensraum der Tiere vorkamen. So zeigten die Imagines von *Chorthippus pullus* eine signifikante ($p < 0,05$) Vorliebe für *Poa annua, Dactylis glomerata, Deschampsia cespitosa* und *Phleum pratense* gegenüber *Echinochloa crus-galli* und *Carex hirta*. *Agrostis stolonifera* und *Lolium perenne* wurden signifikant häufiger ($p < 0,05$) als *Carex hirta* gefressen.

Imagines, denen verschiedene Pflanzenarten gleichzeitig angeboten wurden, fraßen an folgenden Pflanzenarten mehr oder weniger häufig: *Agropyron repens, Phragmites australis, Trisetum flavescens* und *Phalaris arundinacea* (Poaceae) sowie an *Ranunculus acer* (Ranunculaceae), *Potentilla anserina* (Rosaceae), *Filipendula ulmaria* (Rosaceae), *Centaurea jacea* (Asteraceae). Sehr stark angefressen war *Silene dioica*. Nicht angenommen wurden *Plantago lanceolata* (Plantaginaceae) sowie *Taraxacum officinale* (Asteraceae).

Tiere des 2., 3. und 4. Larvenstadiums, welchen gleichzeitig 6 Grasarten aus dem

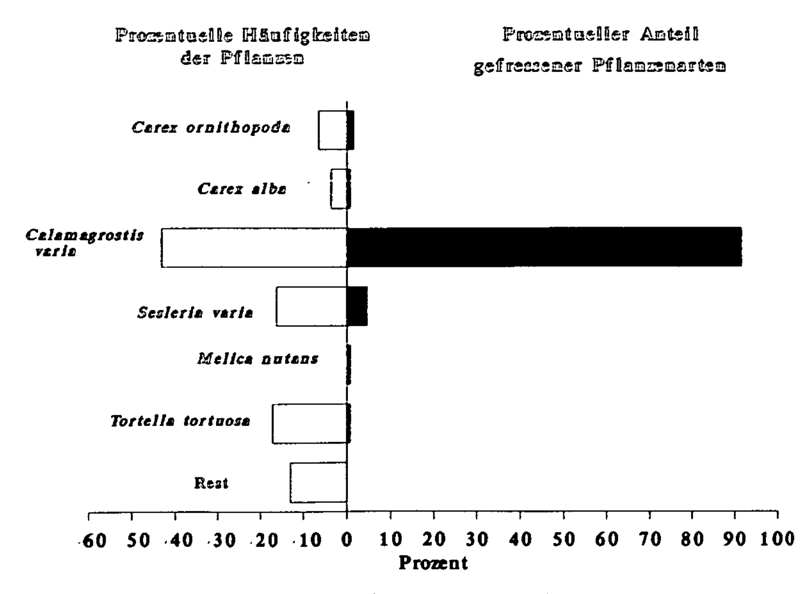


Abb. 3: Relative Häufigkeit der Fraßbeobachtungen von *Chorthippus pullus*-Larven an verschiedenen Pflanzenarten sowie die relative Häufigkeit der Pflanzenarten im Untersuchungsgebiet.
Fig. 3: Relative frequency of feeding observations on different plant species as well as the relative frequency of plant species ascertained for *Chorthippus pullus* larvae in the sampling site.

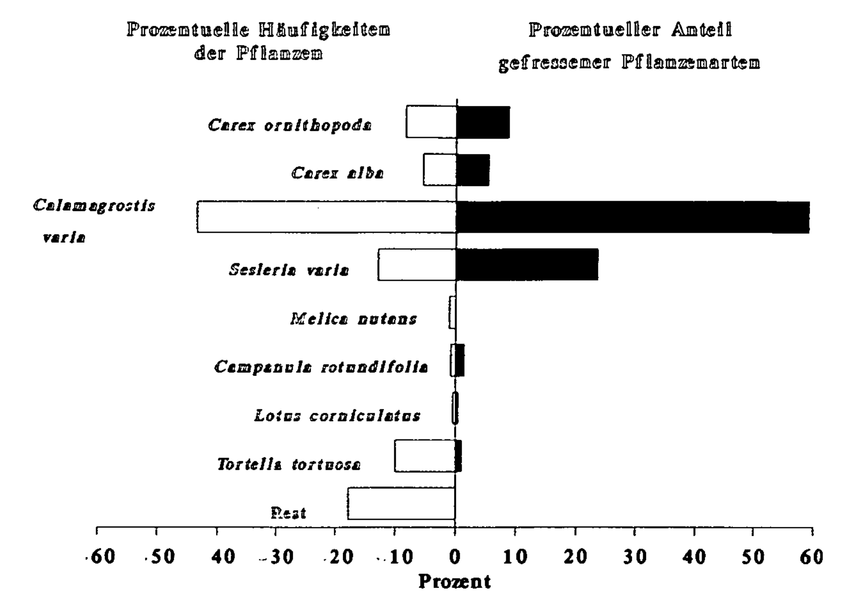


Abb. 4: Relative Häufigkeit der Fraßbeobachtungen von *Chorthippus pullus*-Imagines an verschiedenen Pflanzenarten sowie die relative Häufigkeit der Pflanzenarten im Untersuchungsgebiet.
Fig. 4: Relative frequency of feeding observations on different plant species as well as the relative frequency of plant species ascertained for *Chorthippus pullus* imagines in the sampling site.

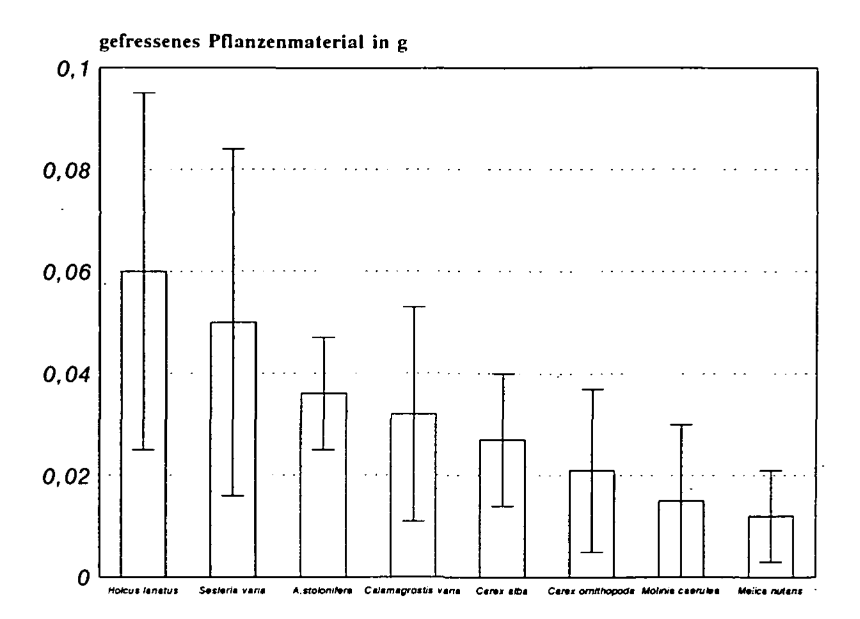


Abb. 5: In 2,5 Stunden durchschnittlich konsumierte Gräser durch sieben adulte Tiere von *Chorthippus pullus*.
Fig. 5: Average amount of grasses consumed during 2.5 hours ascertained for seven *Chorthippus pullus* imagines.

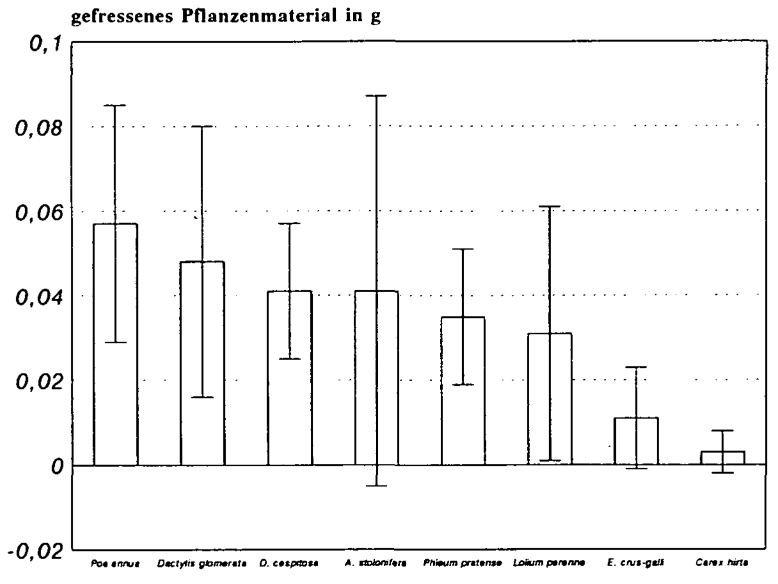


Abb. 6: In 2,5 Stunden durchschnittlich konsumierte Gräser durch sieben adulte Tiere von *Chorthippus pullus*.
Fig. 6: Average amount of grasses consumed during 2.5 hours ascertained for seven *Chorthippus pullus* imagines.

Untersuchungsgebiet (Cyperaceae: *Carex alba* und *Carex ornithopoda*; Poaceae: *Melica nutans, Sesleria varia, Molinia caerulea* und *Calamagrostis varia*) angeboten wurden, fraßen an allen Arten. Bevorzugt wurde von allen Stadien *Calamagrostis varia* vor *Sesleria varia, Carex ornithopoda* und den übrigen dargebotenen Grasarten.

In einer weiteren Versuchsreihe wurden Tieren des 2. bis 4. Larvenstadiums ausschließlich Gräser, welche nicht aus dem Habitat stammten (Cyperaceae: *Carex hirta*; Poaceae: *Poa annua, Dactylis glomerata, Lolium perenne, Phragmites australis, Deschampsia cespitosa, Holcus lanatus* und *Agrostis stolonifera*) angeboten. Abgesehen von *Carex hirta* und *Phragmites australis*, die den erwähnten Larvenstadien nur im geringen Maße als Nahrung dienten, wurden sämtliche Grasarten mit annähernd gleicher Häufigkeit konsumiert.

Mögliche Gründe für die Nahrungswahl

An fünf von sieben im Habitat vorkommenden Grasarten (Poaceae und Cyperaceae) wurde im Freiland der Fraß durch *Chorthippus pullus* beobachtet. Im Labor wurden alle 14 angebotenen Grasarten angenommen. Auch eine Aufzucht der Tiere mit Gräsern einer handelsüblichen Rasenmischung gelang problemlos. Die Aufnahme von krautigen Pflanzen im Freiland, wie *Lotus corniculatus* und *Campanula rotundifolia* bzw. von fünf weiteren krautigen Pflanzen aus verschiedenen Familien, die den erwachsenen Tieren im Labor angeboten wurden, ist eher als Ausnahme anzusehen. Eine Ablehnung dieser Nahrung hätte bei den Labortieren zum Hungertod geführt. *Chorthippus pullus* ist nach vorliegenden Beobachtungen zur Nahrungswahl als oligophag einzustufen. Demnach ist für das Vorkommen von *Chorthippus pullus* an der Taugl offensichtlich das vorhandene Nahrungsspektrum weniger wichtig als die Strukturierung des Gebietes und das damit einhergehende Mikroklima (siehe SCHWARZ-WAUBKE 1997).

Ähnliche Beobachtungen wurden für *Chorthippus parallelus* von BERNAYS & CHAPMAN (1970) getätigt, wobei sie die Präferenz für Gräser gegenüber anderen Pflanzenarten nicht auf die physikalische Beschaffenheit, sondern vielmehr auf chemische Abwehrstoffe in letzteren zurückführen. Viele Pflanzenarten besitzen zur Abwehr von phytophagen Insekten Phenylethylamine, Alkaloide und Terpene (CHAPMAN 1974). Andere Autoren (z. B. MULKERN 1967) behaupten, daß die Nahrungswahl bei Heuschrecken auf die morphologische Anpassung des Verdauungstraktes und insbesondere auch der Mandibeln zurückzuführen ist.

Für verschiedene Heuschreckenarten sind die gewählten Nahrungspflanzen und die Eignung der Pflanzen für das Überleben, für das Wachstum und für das reproduktive Potential positiv korreliert. Die Lebensdauer, Sterblichkeitsrate und Fekundität bei Heuschrecken hängt wesentlich von der Nahrung ab, wobei sowohl die aufge-

nommene Grasmenge als auch die Grasqualität (chemische Zusammensetzung) von Bedeutung sind (SCHÄLLER & KÖHLER 1981). Auch können "Phagostimulantien" die Wahl von gewissen Futterpflanzen durch Heuschrecken begünstigen. Je nach dem jahreszeitlichen Erscheinen von Inhaltsstoffen und deren Konzentration, kann sich die Nahrungsqualität während der Vegetationsperiode ändern (MULKERN 1969, BERNAYS & CHAPMAN 1975).

Die genannten Umstände, aber auch das häufige Vorkommen von *Calamagrostis varia* im Habitat von *Chorthippus pullus* könnten ein möglicher Grund für die Präferenz dieser Grasart an der Taugl sein. Aus Versuchen ist bekannt, daß sich Heuschrecken im Verlauf ihrer Entwicklung an bestimmte Futterpflanzen gewöhnen und deshalb jene Pflanzen bevorzugen, die reichlich vorhanden sind (KLINGAUF & SALEM 1978). Das bedeutet, daß eine Heuschreckenart bei ihrer Einnischung im Ökosystem nicht an ein bestimmtes Gras oder an eine bestimmte Kombination von Gräsern gebunden ist. Es kommt bei mangelndem Vorhandensein der bevorzugten Nahrungspflanze zum Fraß von Ersatzpflanzen, wobei sich die nächsten Generationen immer besser an die für sie ungünstigere Nahrung anpassen (SCHÄLLER & KÖHLER 1981).

Die Nahrungspräferenz kann sich im Verlauf der Ontogenese entwickeln bzw. ändern (SCHÄLLER & KÖHLER 1981), was für die verschiedenen Entwicklungsstadien von *Chorthippus parallelus* durch MULKERN et al. (1964) nachgewiesen wurde. Ein Wechsel in der Nahrungspräferenz konnte aber bei Larven von *Chorthippus pullus* nicht beobachtet werden: Bei allen vier Larvenstadien wurde eine Präferenz für *Calamagrostis varia* registriert.

Ein Trinken von Wasser wurde im Freiland nie beobachtet, obwohl die Tiere in einem trockenen und heißen Lebensraum vorkommen. Demnach wird der Wasserbedarf vorwiegend oder ausschließlich über die Nahrung gedeckt. So ist der Wassergehalt bei dieser Grasart möglicherweise besonders hoch, was jedoch nur anhand von Laboruntersuchungen belegt werden kann. Nach Meinung von CHAPMAN & JOERN (1990) hängt die Nahrungswahl vom Wassergehalt der Pflanzen einerseits und vom physiologischen Zustand des Insekts andererseits ab.

Nahrungsstrategien im Freiland

Die Fraßdauer der Larven betrug im Freiland einige Sekunden bis mehr als 10 Minuten (Abb. 7), während die erwachsenen Tiere im Schnitt signifikant ($p < 0,05$) kürzer fraßen - am häufigsten weniger als eine Minute (Abb. 8). Wird eine Pflanze von Heuschrecken als genießbar empfunden, so schreibt BROWN (1990), dann frißt diese solange bis sie gestört wird oder gesättigt ist. Der Grund für die kürzere Verweildauer erwachsener *Chorthippus pullus* liegt vermutlich in der häufig beobachteten Störung durch Rivalen oder dem paarungswilligen Geschlechtspartner.

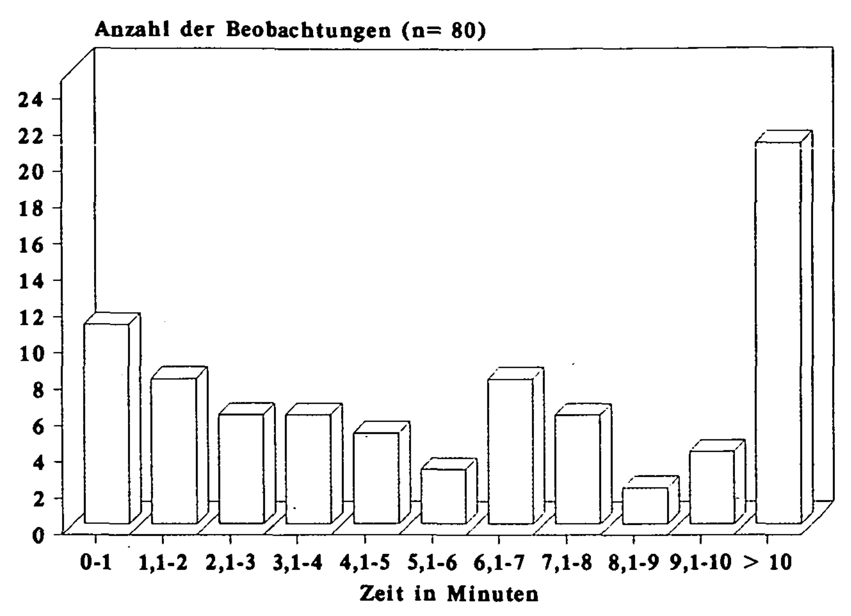


Abb. 7: Häufigkeit der beobachteten Fraßdauer von *Chorthippus pullus*-Larven.
Fig. 7: Frequency of observed duration of feeding ascertained for *Chorthippus pullus* larvae.

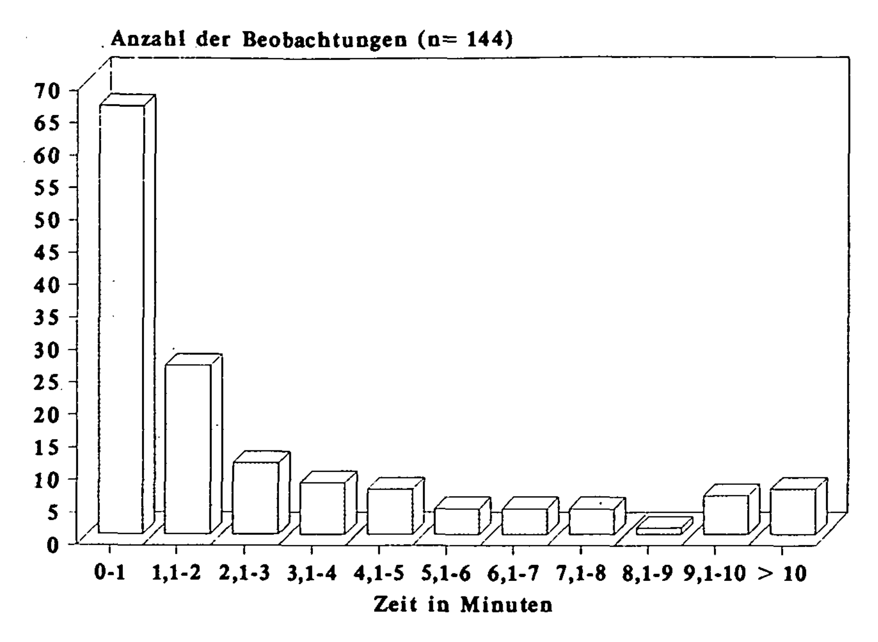


Abb. 8: Häufigkeit der beobachteten Fraßdauer von *Chorthippus pullus*-Imagines.
Fig. 8: Frequency of observed duration of feeding ascertained for *Chorthippus pullus* imagines.

Zudem müssen die Adulttiere nicht mehr wachsen, weshalb vermutlich weniger konsumiert wird als im Larvenstadium.

Während der Nahrungsaufnahme befanden sich die Larven signifikant häufiger ($p < 0,05$) auf Pflanzen als auf steinigem Untergrund bzw. dem Boden (Abb. 9a). Imagines saßen beim Fressen ebenfalls auf Steinen, dem Boden und auch auf Pflanzen (Abb. 9b). Vergleicht man Imagines und Larven in ihrem Verhalten, dann läßt sich erkennen, daß Imagines beim Fressen signifikant ($p < 0,05$) häufiger auf Steinen bzw. dem Erdboden saßen als Larven. Letztere saßen hingegen beim Fressen signifikant öfter ($p < 0,05$) auf Pflanzen als erwachsene Tiere.

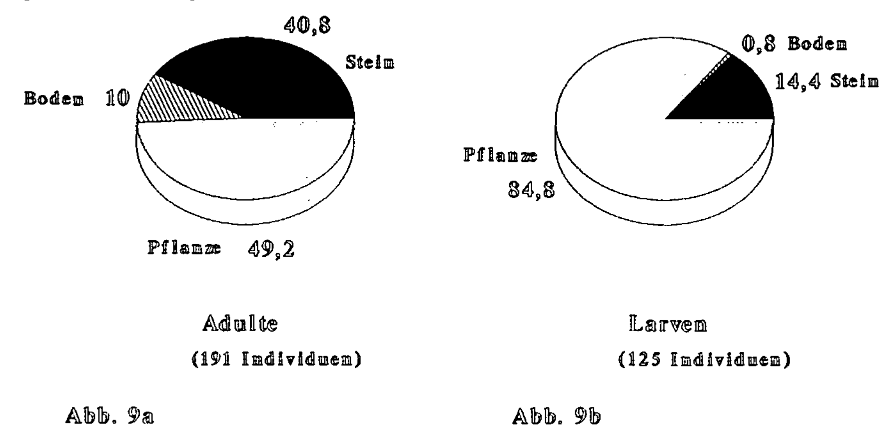


Abb. 9a und **9b**: Relative Häufigkeit der verschiedenen Aufenthaltsorte von *Chorthippus pullus* beim Fressen.
Fig. 9a and **9b**: Relative frequency of different localities during feeding ascertained for *Chorthippus pullus*.

Tiere des 1. Larvenstadiums fraßen nur die Blattmitte und die Blattspitze der Pflanzen (Abb. 10a), während die des 2., 3. und 4. Larvenstadiums (Abb. 10b-d) zusätzlich die Blattbasis konsumierten. Der prozentuelle Anteil der konsumierten Blattbasen nahm vom 2. über das 3. bis zum 4. Larvenstadium zu, wobei beim 2. Larvenstadium der prozentuelle Anteil der gefressenen Blattmitten bzw. Blattspitzen geringer war als beim 1. Stadium. Beim 3. Larvenstadium nahm der prozentuelle Anteil der verzehrten Blattspitzen und beim 4. Larvenstadium derjenige der Blattmitten jeweils im Vergleich zum vorherigen Stadium ab. Tiere aller Larvenstadien fraßen Blattmitten und Blattspitzen signifikant häufiger ($p < 0,05$) als Blattbasen. Ähnlich verhielten sich die Imagines (Abb. 10e), wobei der Anteil gefressener Blattbasen mit 18,1% um ca. 9% höher lag als beim 4. Larvenstadium. Dies war auf eine geringere Nutzung von Blattspitzen zurückzuführen. Die Bevorzugung verschiedener Pflanzenteile durch die Tiere kann vermutlich im Zusammenhang mit physikalischen Eigenschaften gesehen werden: Blattmitte sowie -spitze der Gräser dürften zum Zeitpunkt als das erste Larvenstadium von *Chorthippus pullus* vorkam noch von geringer Derbheit gewesen sein. Mit zunehmendem Alter können die Tiere

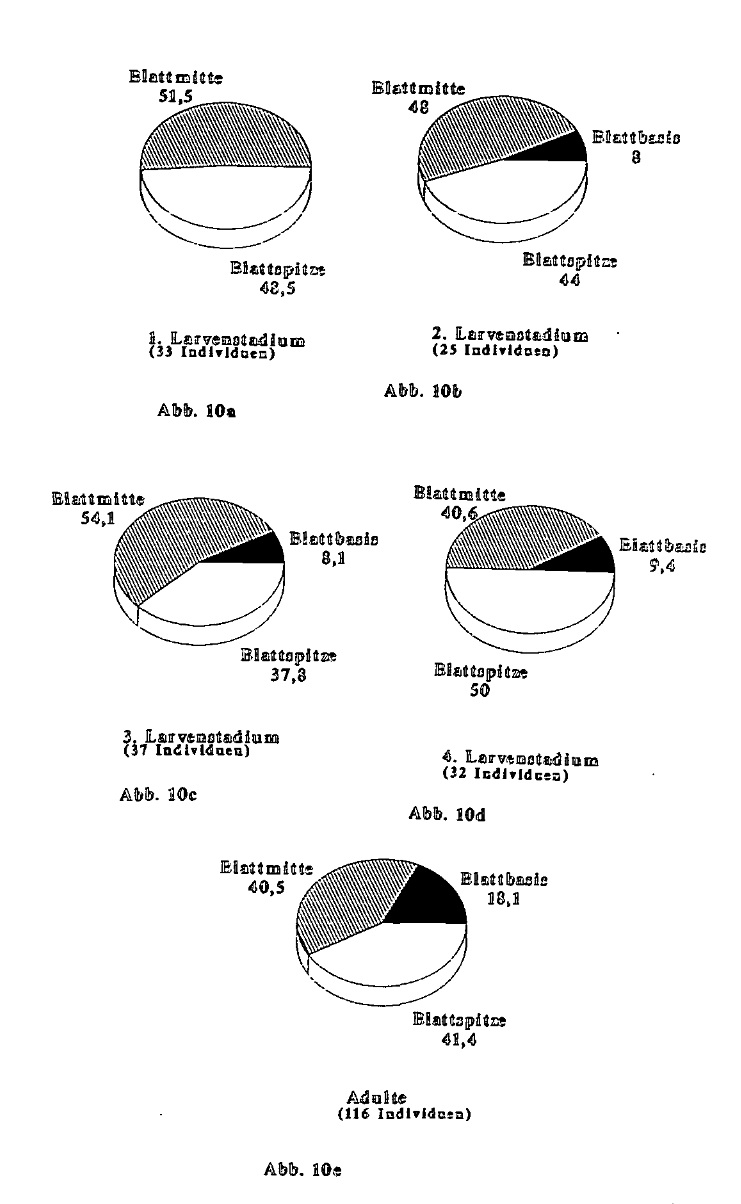


Abb. 10a-10e: Relative Häufigkeit der konsumierten Blatteile durch *Chorthippus pullus*.
Fig. 10a-10e: Relative frequency of consumed leaf parts of *Chorthippus pullus*.

auch härteres Pflanzenmaterial (Blattmitten und Blattspitzen sind mit fortgeschrittener Saison, mit Ausnahme der jungen Triebe, härter als zu Beginn der Vegetationsperiode) konsumieren.

Im Freiland befanden sich die Larven beim Fressen in einer Höhe von 0 bis knapp über 30 cm und Imagines bis 30 cm über dem Boden (Abb. 11). Ein Bereich zwischen

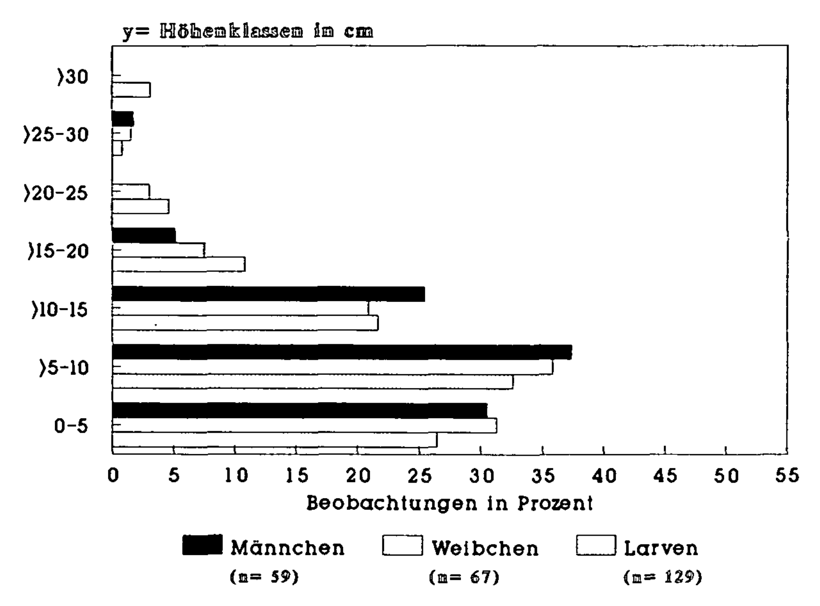


Abb. 11: Relative Häufigkeit verschiedener Aufenthaltshöhen von *Chorthippus pullus* während der Nahrungsaufnahme.
Fig. 11: Relative frequency of different height of staying during feeding ascertained for *Chorthippus pullus*.

0 und 15 cm wurde von allen Entwicklungsstadien signifikant ($p < 0,05$) bevorzugt. Die Pflanzenteile sind hier meist stabiler als die weicheren, jüngeren Blätter in größerer Höhe, wodurch ein Abwärtsbiegen weitgehend verhindert wird, wenn die Tiere darauf sitzen. Die älteren Blätter der Gräser im unteren Teil der Pflanze sind fast ausschließlich waagrecht ausgerichtet, während die oberen Blätter vorwiegend senkrecht stehen. Larven und Imagines nutzen vermutlich die senkrechten und waagrechten Strukturen entsprechend der Häufigkeit, mit der sie sich in der jeweiligen Höhe aufhalten.

Das Mikrohabitat (siehe SCHWARZ-WAUBKE 1997) wies am Fraßort der Larven häufig einen Deckungsgrad zwischen 1/3 und 2/3 auf (Abb. 12). Sowohl für das 1. als auch für das 3. Larvenstadium lag eine signifikante ($p < 0,05$) Bevorzugung dieses Deckungsgrades vor (Abb. 12). Die Männchen konnte man während des Fressens vor allem an offenen aber auch an stark bewachsenen Stellen beobachten (statistisch nicht unterschiedlich) (Abb. 13). Die Weibchen bevorzugten am Fraßstandort mäßigen bis starken Bewuchs (statistisch nicht unterschiedlich) (Abb. 13). Sowohl offene als auch dichtere Stellen bieten den Tieren Schutz vor Feinden: Die offenen Standorte waren oftmals steinig, wodurch die Erwachsenen aber auch die Larven aufgrund ihrer Körperfärbung bestens an den Untergrund angepaßt, also gut getarnt waren. Dichter Pflanzenbewuchs bot andererseits bei Gefahr die Möglichkeit, sich zu verstecken.

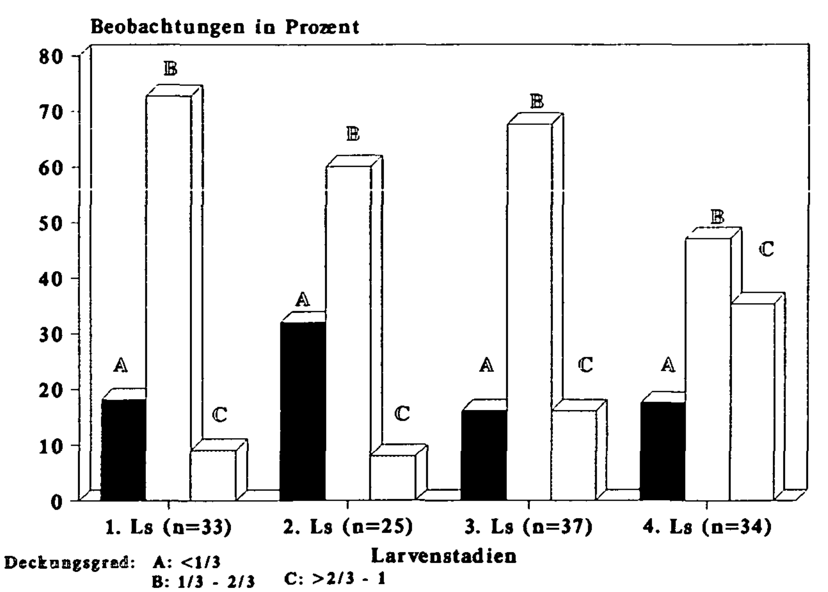


Abb. 12: Relative Aufenthaltshäufigkeit von *Chorthippus pullus*-Larven an Stellen mit unterschiedlichem Deckungsgrad der Vegetation (ohne Moos) während der Nahrungsaufnahme. 1.-4. Ls. = 1. bis 4. Larvenstadium.
Fig. 12: Relative frequency of staying at localities with different cover of vegetation (without moss) during taking up food ascertained for *Chorthippus pullus* larvae. 1-4. Ls = 1-4. instar.

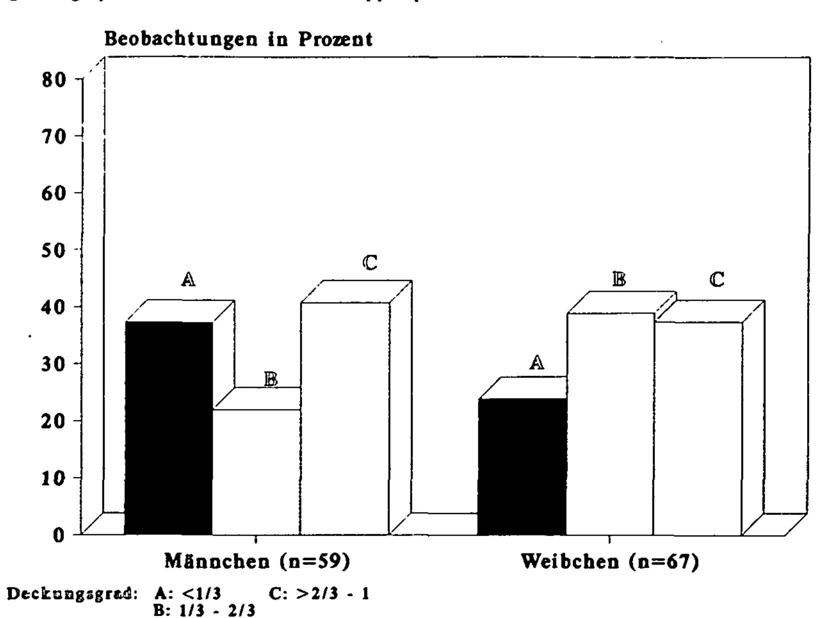


Abb. 13 Relative Aufenthaltshäufigkeit von *Chorthippus pullus*-Imagines an Stellen mit unterschiedlichem Deckungsgrad der Vegetation (ohne Moos) während der Nahrungsaufnahme.
Fig. 13: Relative frequency of staying at places with different cover of vegetation (without moss) during taking up food ascertained for *Chorthippus pullus* imagines.

Dank

Danken möchte ich herzlich Prof. Dr. Kurt Pohlhammer (Institut für Zoologie, Salzburg) für die stets hilfsbereite Unterstützung während der Durchführung der Arbeit und für wertvolle Diskussionsbeiträge, Prof. Dr. Karl Sänger (Institut für Zoologie, Wien) für wertvolle Kritikbeiträge zu Beginn der Arbeit, Mag. Dr. Martin Schwarz (Institut für Zoologie, Salzburg), der mir während der Arbeit stets moralisch zur Seite stand, für seine zahlreichen wertvollen Anregungen und für die kritische Durchsicht der Arbeit, Dipl. Biol. Remigius Geiser (Salzburg) für die Anregung *Chorthippus pullus*, zu untersuchen, und für die Hilfe bei der Auswahl der Untersuchungsfläche, Mag. Gabriele Oberlercher (Salzburg) und Erika Huppertz (Germering, BRD) für die Korrekturen einiger englischer Texte. Für die Erlaubnis, die Freilandarbeiten an der Taugl durchführen zu dürfen, bin ich den Österreichischen Bundesforsten (Hallein) zu Dank verpflichtet.

Zusammenfassung

Freiland- und Laborbeobachtungen über die Ernährung der stark gefährdeten Feldheuschreckenart *Chorthippus pullus* erbrachten folgende Ergebnisse: Sie ernährte sich in ihrem Lebensraum, einer Wildflußlandschaft, hauptsächlich von Poaceae (*Calamagrostis varia*, *Sesleria varia*, *Melica nutans*) und von Cyperaceae (*Carex ornithopoda*, *Carex alba*) sowie nur selten von anderen krautigen Gefäßpflanzen (*Campanula rotundifolia*, *Lotus corniculatus*) und von Moosen (*Tortella tortuosa*). Bei Futterwahlversuchen wurde auch häufig an Gräsern gefressen, die nicht im Lebensraum der Tiere vorkamen einschließlich handelsüblichem englischen Rasen, und seltener an verschiedenen krautigen Pflanzen aus unterschiedlichen Familien. Deshalb wird eine Biotopbindung von *Chorthippus pullus* aufgrund der Nahrung ausgeschlossen. Frühe Entwicklungsstadien ernähren sich zunächst von weicheren Pflanzenteilen, während mit zunehmenden Alter auch härteres Pflanzenmaterial konsumiert wird. Weiters werden verschiedene Nahrungsstrategien im Freiland aufgezeigt und diskutiert.

Literatur

BERNAYS E. & R.F. CHAPMAN (1970): Experiments to determine the basis of food selection by *Chorthippus parallelus* (ZETTERSTEDT) (Orthoptera: Acrididae) in the field. — J. Anim. Ecol. **39**: 761-776.

BERNAYS E. & R.F. CHAPMAN (1975): The importance of chemical inhibition of feeding in host plant selection by *Chorthippus parallelus* (ZETTERSTEDT). — Acrida **4**: 83-93.

BROWN V. (1990): Grasshoppers. — Naturalists' Handbooks 2, Richmond Publishing Co. Ltd., 68 pp.

CHAPMAN R.F. (1974): The chemical inhibition of feeding by phytophagous insects - a review. — Bull. ent. Res. **64**: 339-363.

CHAPMAN R.F.A. & A. JOERN (1990): Biology of grasshoppers. — Wiley & Sons, New York Cluchester, Brisbane, Toronto, Singapore, 563 pp.

GANGWERE S.K. (1961): A monograph on food selection in Orthoptera. — Trans. Amer. Ent. Soc. **87**: 67-230.

KAUFMANN T. (1965): Biological studies on some Bavarian Acridoidea. — Ann. Ent. Soc. Am. **5**: 791-801.

KLINGAUF F. & I.E.M. SALEM (1978): Insektenbefall - Pflanzenresistenz. Versuch einer Synthese der Wirtswahltheorien. — Mitt. dtsch. Ges. allg. angew. Ent. **1**: 6-14.

MULKERN G.B. (1967): Food selection of grasshoppers. — Ann. Rev. Entomol. **12**: 59-79.

MULKERN G.B. (1969): Behavioral influences of food selection in grasshoppers (Orthoptera: Acrididae). — Entomol. Exp. and Appl. **12**: 509-523.

MULKERN G.B., TOCZEK D.R. & M.A. BRUSVEN (1964): Biology and ecology of North Dakota grasshoppers. II. Food habits and preferences of grasshoppers associated with the Sand Hills Prairie. — N. Dak. agric. Exp. Stn. Res. Rep. **11**: 1-59.

SÄNGER K. (1973): Konsumation einiger Feldheuschrecken (Orthoptera: Acridoidea) in Abhängigkeit von verschiedenen Luftfeuchtigkeiten. — Verh. zool.-bot. Ges. Wien **113**: 81-92.

SCHÄLLER G. (1980): Untersuchungen zur künstlichen Ernährung von phytophagen Insekten (*Chorthippus biguttulus*, *Chorthippus mollis*, Acrididae und *Euscelis incisus*, Cicadina). — Wiss. Z. Friedrich-Schiller-Univ. Jena. Math.-Nat. R. **29**: 161-168.

SCHÄLLER G. & G. KÖHLER (1981): Untersuchungen zur Nahrungspräferenz und zur Abhängigkeit biologischer Parameter von Nahrungsqualität bei zentraleuropäischen Feldheuschrecken (Orthoptera: Acrididae). — Zool. Jb. Syst. **108**: 94-116.

SCHWARZ-WAUBKE M. (1997): Lebensraumnutzung von *Chorthippus pullus* (PHILIPPI 1830) (Orthoptera, Acrididae). — Linzer biol. Beitr. **29**: 601-620.

Anschrift der Verfasserin: Mag. Dr. Maria SCHWARZ-WAUBKE,
Institut für Zoologie/ Universität Salzburg,
Hellbrunnerstr. 34, 5020 Salzburg, Austria.